



El formante del cantante: canto y habla

Trabajo de Fin de Grado
Grado en Estudios de Inglés y Español
Departamento de Filología Española

Autora: Cinthia Torrejón Fernández
Tutora: María Jesús Machuca Ayuso
Curso 2020/2021

ÍNDICE

Introducción	4
1. Marco teórico	4
2. Metodología	8
3. Resultados	11
3.1. Diferentes regiones de frecuencia	11
3.1.1. Muestra de habla: vocal sostenida	12
3.1.2. Muestra de habla: texto	12
3.1.3. Muestra de habla: discurso espontáneo	13
3.1.4. Muestra de canto: estilo pop	14
3.1.5. Muestra de canto: estilo clásico	15
3.2. Resultado del SPR	16
4. Discusión de los resultados	17
5. Conclusiones	19
Referencias bibliográficas	20
Anexos	23
1. Número de casos analizados por cada muestra	23
2. Texto utilizado para la muestra de lectura de texto	23
3. Transcripción del discurso espontáneo de cada hablante	23
4. Fragmentos utilizados para recoger las muestras de canto	25

Agradecimientos

En primer lugar, me gustaría agradecer a la que ha sido mi tutora en este proyecto, María Jesús Machuca Ayuso. Gracias por haberme guiado durante todo el proceso y por la ayuda que me has proporcionado. Ha sido un placer trabajar en esta investigación contigo.

También me gustaría agradecer enormemente a los voluntarios que decidieron participar en este trabajo. M, E, C y J, muchísimas gracias por prestarme vuestras voces y representar la base de mi investigación, incluso a pesar de las condiciones en las que este curso 2020/2021 nos hemos visto todos envueltos.

Por último, me gustaría mostrar mi agradecimiento a mi familia y amigos, que siempre estuvieron ahí para animarme y motivarme a continuar durante los altibajos que se han presentado.

INTRODUCCIÓN

Gracias al análisis de la voz podemos seguir avanzando en las investigaciones sobre los sonidos y sus características. Cada voz tiene su idiosincrasia y puede ser analizada para distintos propósitos, ya sean educativos, judiciales, de investigación, etc. Uno de los ámbitos de interés de este sector es la singularidad de algunos aspectos que presenta la voz cantada.

Este proyecto se centra en un fenómeno previamente observado en cantantes con un largo entrenamiento y práctica vocales llamado ‘formante del cantante’. Esta particularidad, propia de muestras de voz cantada, ha sido el foco de una cantidad de estudios que, aunque está lejos de ser muy abundante, está creando un interés cada vez más notable en el ámbito musical. Hasta el momento, el ‘formante del cantante’ ha sido estudiado con más énfasis en la ópera y la lírica, por lo que este proyecto ha decidido enfocarse en la posible identificación del formante en voces con tendencias a otro estilo musical, en este caso, el pop. Asimismo, al ser un fenómeno que se ha encontrado exclusivamente en muestras de voz cantada, se ha querido observar si existe la posibilidad de encontrarlo también en muestras de voz hablada.

Para ello, el trabajo se ha estructurado en cinco apartados. Primeramente, se presenta el marco teórico, que recoge la información sobre el ‘formante del cantante’ y expone diversos estudios previos que pueden resultar útiles en el análisis de las muestras. En segundo lugar, la metodología que se utilizará para intentar corroborar las hipótesis a partir de las muestras obtenidas de dos grupos de hablantes: uno de cantantes y el otro de no cantantes. En tercer lugar, se expondrán los resultados extraídos de los análisis pertinentes a los que les seguirá la discusión de dichos resultados en relación con lo que han señalado otros investigadores. Por último, se presentarán unas conclusiones que confirmarán o refutarán las hipótesis planteadas y se propondrá líneas de investigación futuras que puedan resultar interesantes en la descripción de este formante.

1. MARCO TEÓRICO

En numerosas ocasiones, el mundo de la música requiere del campo de la fonética para llevar a cabo investigaciones relacionadas con el sonido, pues la música tiene en cuenta sonidos musicales extraídos de un determinado instrumento y la fonética permite analizar la voz producida por diferentes hablantes. El análisis del canto conjuga voz y música al mismo tiempo. Por esta razón, el estudio de la voz en la música a partir de parámetros acústicos, utilizados generalmente en el análisis de la voz, pueden ayudarnos a explicar la presencia de

ciertos fenómenos. Así encontramos proyectos de investigación como los que proponen Botero (2008) sobre la caracterización de los indicadores acústicos de la voz de los estudiantes de una licenciatura en música o Pieper *et al.* (2020) que analizan los parámetros de la voz en niños y niñas y los efectos pedagógicos de la música, entre otros.

Los conocimientos sobre el sonido también pueden aplicarse a otras disciplinas relacionadas con la voz del cantante, como las patologías del habla. Esto nos permite entender lesiones y disfonías que pueden ser muy frecuentes en voces de cantantes profesionales y/o amateur (dependiendo de varios factores, como pueden ser el género musical o el sobresfuerzo de las cuerdas vocales). Trabajos como los de D'haeseleer *et al.* (2020) o Avilés *et al.* (2015) son dos ejemplos en los que se consideran las lesiones de la voz del cantante.

No obstante, a pesar de esta inquietud por la voz cantada, no hay unanimidad cuando se comparan las resonancias de la voz hablada y de la cantada. Los valores frecuenciales que pueden extraerse del análisis de ambas voces parecen ser distintos. Lundy *et al.* (2001) replicaron el mismo trabajo que había sido llevado a cabo por Omori *et al.* (1996) y analizaron el SPR (*Singing Power Ratio*), considerado una medida cuantitativa que indica las características acústicas de la voz cantada y que se obtiene calculando la diferencia entre el pico más alto de una región de frecuencia que abarca desde los 2kHz hasta los 4kHz (*Singing Power Peak*, SPP) y el pico más alto de la región que va desde los 0Hz hasta los 2kHz (Droguett, 2017). Varias investigaciones coinciden en el hecho de que un valor elevado del SPP (y, por tanto, del SPR) mantiene una relación directa con una buena calidad y potencia de la voz. Es justamente por este motivo por lo que muchos estudios utilizan el análisis acústico del SPR como un indicador cualitativo de la voz de cantantes, generalmente relacionados con la ópera. Según los resultados obtenidos en Lundy *et al.* (2001), sin embargo, después de analizar diferentes voces de estudiantes de música y de profesionales con más entrenamiento vocal, no hallaron diferencias significativas entre la voz hablada y la voz cantada.

Por el contrario, otros estudios como los de Aso *et al.* (2010), Ohishi *et al.* (2005) y Sundberg (1987) obtienen resultados diferentes: encuentran variaciones entre la voz hablada y la voz cantada. La primera de ellas reside en la duración de los fonemas; en voz cantada, la duración de cada fonema se modifica de acuerdo con la partitura musical, mientras que en voz hablada, los fonemas tienen una duración relativamente similar. La segunda es la frecuencia fundamental (F0), cuyos cambios radican en la variación de contorno de esta, las

modulaciones (vibrato) y el promedio de F0 se encuentran a mayor altura en canto que en habla. Por último, la tercera diferencia se encuentra en la potencia, pues los cambios de potencia se sincronizan con F0 en voz cantada, mientras que varían continuamente en voz hablada (Aso *et al.*, 2010).

Una de las diferencias entre la voz hablada y la voz cantada, y en la que muchas de las investigaciones suelen coincidir, es el llamado ‘formante del cantante’ (‘Fc’ a partir de ahora). El formante del cantante es un fenómeno resonatorio producido por la conjunción en la misma zona de frecuencia del tercero, cuarto y quinto formante (Grisel *et al.*, 2008). El rango de frecuencias en el que puede observarse este formante es de 2,5 a 3,3 kHz, frecuencias cercanas a la resonancia del conducto auditivo que, según Grisel *et al.* (2008), corresponden a la zona de máxima sensibilidad del oído. No obstante, localización de este formante sigue siendo un tema de debate entre investigadores del ámbito de la fonética y de la música. Según los datos obtenidos por Aso *et al.* (2010), Avilés *et al.* (2015), Gracida y Orduna (2011), Dostkov *et al.* (1995), Droguett (2017), Lundy *et al.* (2001), Sundberg (2001) o Weiss *et al.* (2001) se trataría de un pico de energía relacionado con el tercer (F3), el cuarto (F4) y el quinto formante (F5). Estos formantes son los que proporcionan información sobre el timbre de la voz (Avilés *et al.*, 2015) y los que permiten que el Fc se aprecie entre los 2.5 kHz y 3.5 kHz (siendo este el rango habitual de aparición del formante, aunque varía dependiendo del estudio y de las voces). Como apuntan algunos de estos investigadores, hay varias características sobre el Fc que son comunes en la mayoría de los estudios:

- ❖ El Fc es un fenómeno que se encuentra más habitualmente en voces masculinas.
- ❖ El Fc es característico de voces entrenadas a lo largo de un exhaustivo entrenamiento vocal.
- ❖ El nivel del Fc variará dependiendo de distintos factores, como pueden ser el dominio vocal del cantante, la F0, el volumen vocal de la voz y el modo de fonación (Sundberg, 2001).
- ❖ El origen del Fc reside en la longitud del tracto vocal.

El músico William Vennard (1964) señaló el origen de este formante en alguna parte de la faringe y lo relacionó con la presencia de la resonancia nasal en las voces de su estudio. Por otro lado, Sundberg (1970) propone que la clave de este fenómeno se encuentra en la

posición laríngea: una posición baja de la laringe durante el canto. De esta manera, los formantes del habla se amortiguarían y la cavidad laríngea cumpliría una función resonadora. Finalmente, y pese a los varios intentos por llegar a una conclusión, no se ha podido determinar con precisión qué propiedades físicas ocasionan la aparición del Fc.

A raíz de estos estudios, las investigaciones relacionadas con el Fc suelen estar enfocadas a voces masculinas, pues la laringe suele estar más baja (tonos graves) y es donde suele encontrarse este formante. Sin embargo, también se han expuesto datos que muestran un Fc en análisis espectrales de voces femeninas de la ópera. Por lo tanto, se podría suponer que la aparición de Fc no representa una indicación del todo acertada en su relación con la percepción de lo que se consideraría una voz “brillante” o “sobresaliente”. En su defecto, en las voces femeninas agudas, tales como las de las soprano, se produce un fenómeno equivalente al Fc: la ‘voz resonante’. Esta resulta de la sintonización de los formantes F1 o F2 con F0 o alguno de sus armónicos (Gracida y Orduña, 2011, Weiss *et al.*, 2001).

Aunque el Fc suele ser estudiado en voces entrenadas, con una potencia elevada y que normalmente pertenecen al mundo del canto lírico/ópera, algunas investigaciones han querido centrar su atención en el fenómeno en otro tipo de voces cantantes. Doskov *et al.* (1995), por ejemplo, estudiaron el Fc en voces, no solo de ópera, sino también de folk y pop. Sus resultados mostraron que los cantantes de ópera eran los que sobresalían en los niveles de Fc y reiteraban el hecho de que esto podía ser efecto de una configuración específica del tubo laríngeo gracias a un entrenamiento vocal largo y efectivo, considerando, además, el talento natural del individuo.

En el mismo sentido, Sundberg y Romedahl (2009) compararon los formantes de voces en cantantes de ópera y en cantantes de teatro musical. Los resultados coinciden con los de Doskov *et al.* (1995), indicando que los cantantes de teatro musical que participaron en el estudio no presentaban un Fc, mientras que los datos de los cantantes de ópera ponían de manifiesto valores que se identificaban como Fc.

Los objetivos de este trabajo parten del análisis de este formante. En primer lugar, se analizará la posible presencia de este formante comparando voces de cantantes profesionales y de no cantantes para determinar si este pico de energía se encuentra solamente en voz cantada de cantantes profesionales (como han expuesto estudios anteriores) o es un fenómeno que podría darse también en no profesionales. Además, dentro de estas voces también se diferenciará entre voz hablada y voz cantada. Por lo tanto, la hipótesis de la que partimos es la siguiente:

- ❖ Hipótesis 1: El formante del cantante solo se encuentra en voz cantada, no en voz hablada, y en cantantes profesionales.

El segundo objetivo de este proyecto se basa en la investigación de la presencia o no presencia del Fc en voces fuera del ámbito de la ópera; en este caso, de voces cantantes de música pop/indie. Actualmente, los trabajos que estudian el Fc en otros estilos musicales (como podría ser el pop o el rock, por ejemplo) son escasos, por lo que este trabajo puede contribuir a rellenar esta falta de información. La hipótesis de la que partimos en este caso es la siguiente:

- ❖ Hipótesis 2: El formante del cantante se encuentra, no solo en cantantes de música clásica, sino también en cantantes de música pop.

2. METODOLOGÍA

El presente trabajo pretende, como se ha mencionado en el apartado anterior, analizar distintas voces de profesionales cantantes y no cantantes (todas masculinas), con el objetivo de extraer los datos necesarios para identificar la posible presencia del Fc a partir de distintas muestras de habla y de canto.

Para ello, el procedimiento que se ha llevado a cabo es la grabación de cuatro voces masculinas: dos de ellos cantantes profesionales y dos no cantantes, incluidos en la franja de edad entre 20 y 25 años. La variante sexo (voces masculinas/femeninas) no se ha tenido en cuenta en la realización de este trabajo, pues el tiempo disponible para llevarlo a cabo no nos ha permitido tener en cuenta esta variable. Además, también debemos considerar la dificultad de encontrar hablantes dispuestos a grabar en época de pandemia. Por esta razón, solo hemos podido grabar a cuatro sujetos.

Dado que dos de los cantantes que participan en el proyecto se dedican a la música de manera profesional, se indicarán a continuación algunos datos sobre su enseñanza y experiencia en el campo de la técnica vocal. El cantante número 1 es mayoritariamente autodidacta desde la adolescencia, aunque recibió un año completo de técnica vocal en una escuela de música, y, actualmente, se dedica al canto profesional y a la composición musical. El cantante número 2 lleva recibiendo clases de técnica vocal desde el año 2015 — con una

pausa de estas enseñanzas durante el año 2020 a causa de la situación de pandemia — hasta el día de hoy. En la actualidad, se encuentra trabajando como cantante de teatro musical. Los participantes clasificados como no cantantes no tienen ninguna enseñanza musical avanzada en escuela de música y/o conservatorio, sino que parten de la educación musical obligatoria de nivel básico que se imparte en los colegios e institutos españoles siguiendo el plan curricular de la asignatura de Música de la Generalitat de Catalunya (véase <http://xtec.gencat.cat/web/.content/curriculum/eso/curriculum2015/documents/ANNEX-7-Ambit-artistic.pdf>).

Las grabaciones no se han podido realizar en la cámara anecoica del Servei de Tractament de la Parla i el So de la Universitat Autònoma de Barcelona debido a la situación de pandemia. Por esta razón, se han grabado en un teléfono móvil con un micrófono condensador omnidireccional (integrado en el iPhone 11) posicionado a unos 15 centímetros (un palmo, aproximadamente) de la boca del cantante. Tuvimos en cuenta que el lugar de grabación fuera en un entorno silencioso.

En cuanto al contenido de las grabaciones, todos los voluntarios que participan en la investigación han aportado las mismas muestras, que se han dividido en dos apartados: un primer apartado que incluye las muestras de voz hablada y un segundo apartado que incluye las de voz cantada.

Las muestras de voz hablada se componen de tres partes: una vocal [a] sostenida durante aproximadamente cuatro segundos, una lectura de un texto corto y aproximadamente treinta segundos de un discurso de libre elección, proporcionando una muestra de habla espontánea con el fin de conseguir datos de la voz en un estilo de habla no planificado. Se han analizado un total de 186 casos, 94 para el grupo de no cantantes y 92 para el de cantantes.

Las muestras de voz cantada se componen de dos fragmentos de canciones: en primer lugar, un fragmento de la canción pop «No volveré (a seguir tus pasos)» del cantante español Blas Cantó ; y en segundo lugar, un fragmento de la versión española de la canción clásica-fusión «Por ti volaré» de Andrea Bocelli. El número total de caso analizados para canto han sido de 114 observaciones, 58 en el grupo de no cantantes y 56 en el de cantantes.

A partir de estas muestras, se llevará a cabo un análisis espectral (FFT, *Fast Fourier Transform*) con el programa PRAAT, extrayendo las regiones de frecuencia (en Hz) de mayor intensidad entre 0 y 2 kHz y entre 2 y 4 kHz (como se aprecia en las figuras 1 y 2). De esta forma, se ha podido calcular el SPR de cada hablante en cada muestra de habla y esto

conformará el conjunto de nuestros datos para el análisis estadístico. Como la vocal sostenida utilizada ha sido la [a], las mediciones de las muestras se obtuvieron a partir del análisis de todas las vocales [a], tanto de las muestras de voz hablada como de voz cantada.

Para calcular las diferencias en los datos de los dos grupos, se ha llevado a cabo un test estadístico ANOVA utilizando un script para el programa RStudio. Las dos regiones de frecuencia mencionadas y el SPR constituyen las variables dependientes o de respuesta y el grupo de hablantes, cantantes profesionales o no, constituye la variable independiente o predictora.

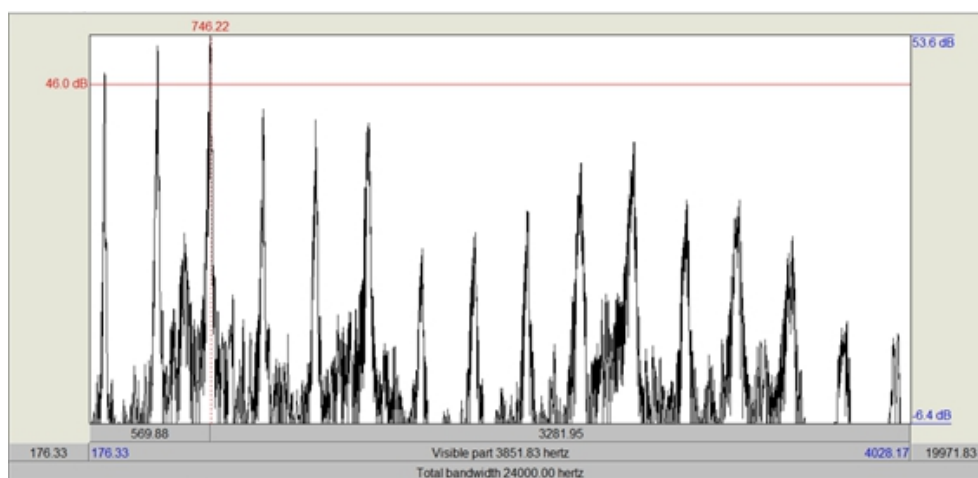


Figura 1. Primer punto de frecuencia en el que la energía es más alta (rango entre 0 y 2000Hz) de una muestra en PRAAT.

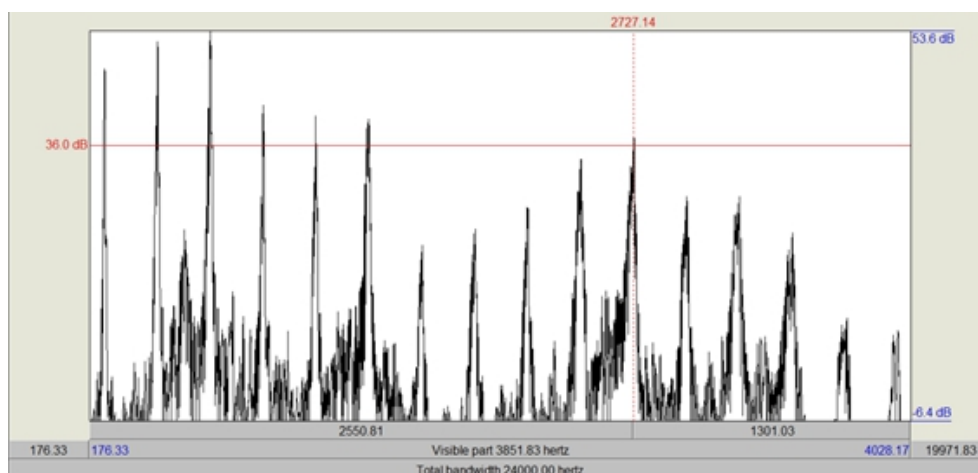


Figura 2. Segundo punto de frecuencia en el que la energía es más alta (rango entre 2000 y 4000Hz) de una muestra en PRAAT.

3. RESULTADOS

En la presentación de los resultados se expondrán, primero, los valores de cada región de frecuencia considerando las muestras de habla y de canto, para, a continuación, mostrar los resultados del SPR en función de si los hablantes son cantantes profesionales o no.

3.1. Diferentes regiones de frecuencia

Los resultados del análisis estadístico sin considerar las diferentes muestras de habla indican que existe una diferencia significativa ($p=,000$) en la franja de los 2000-4000Hz (véase Figura 3). El valor medio en esa zona de frecuencia para los cantantes profesionales es de 2533 Hz, mientras que para los no cantantes es un poco más elevado, 2868 Hz.

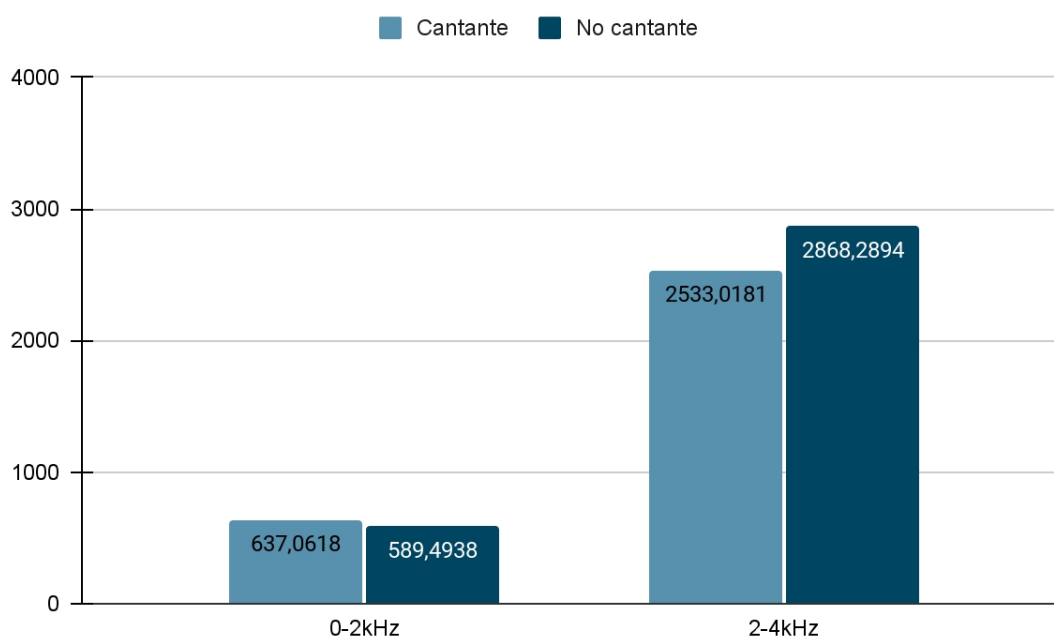


Figura 3. Valor medio de frecuencias (Hz) en la franja de 2000-4000Hz de todas las muestras analizadas

La diferencia de 335,27Hz en las medias de las frecuencias de esta franja muestra una clara divergencia en cuanto al SPP de los participantes no cantantes ante los cantantes ($p=000$).

3.1.1. Muestra de habla: vocal sostenida

Como solo se dispone de un único valor por cada participante, puesto que solo hay un ejemplo de vocal sostenida, se proporciona el valor de frecuencia de ambas regiones, tanto de cantantes como de no cantantes (véase Figura 4). En este caso, obviamente, no se ha podido realizar la prueba estadística.

Como se aprecia en el gráfico, en ambas regiones de frecuencia existe una diferencia notable entre cantantes y no cantantes. De la misma manera que se ha observado en el gráfico anterior, los valores medios de las regiones de frecuencia de la franja 2000-4000Hz en los no cantantes es más elevada que la de los profesionales, con una diferencia, en esta ocasión, mucho mayor que en la que hemos visto en el apartado anterior (717,8 Hz). Las cifras de la franja de 0-2000Hz, sin embargo, muestran una tendencia contraria a la que se acaba de mencionar. En esta región de frecuencia, la media de los cantantes se encuentra por encima de la de los no cantantes, con una diferencia de 336,28 Hz.

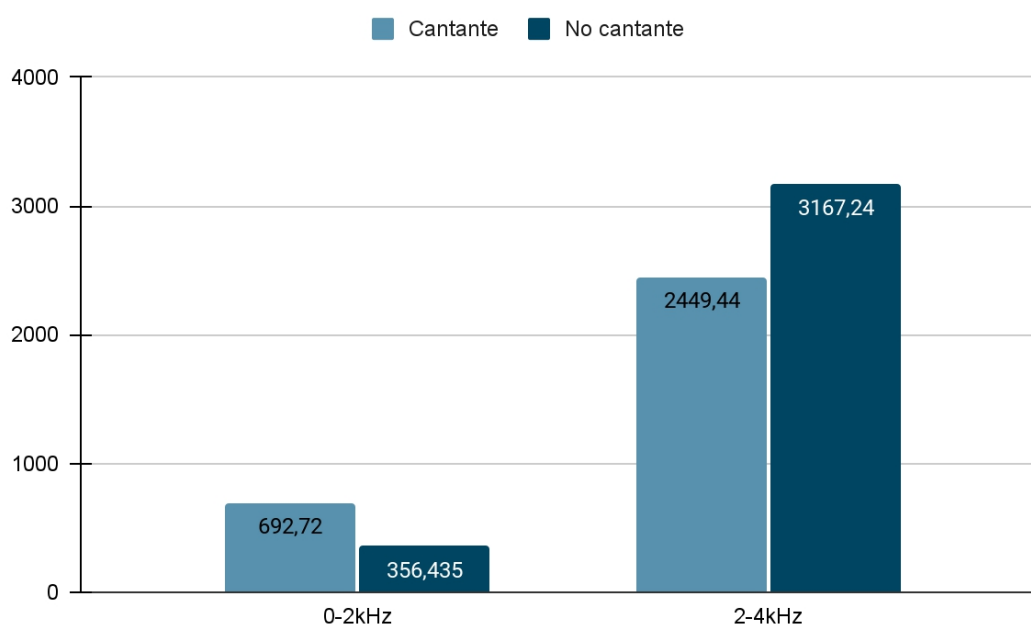


Figura 4. Valor medio de frecuencias (Hz) en las franjas de 0-2000Hz y de 2000-4000Hz de las muestras de vocal sostenida

3.1.2. Muestra de habla: Texto

En la lectura de texto se han encontrado diferencias significativas en ambas regiones frecuenciales (véase Figura 5).

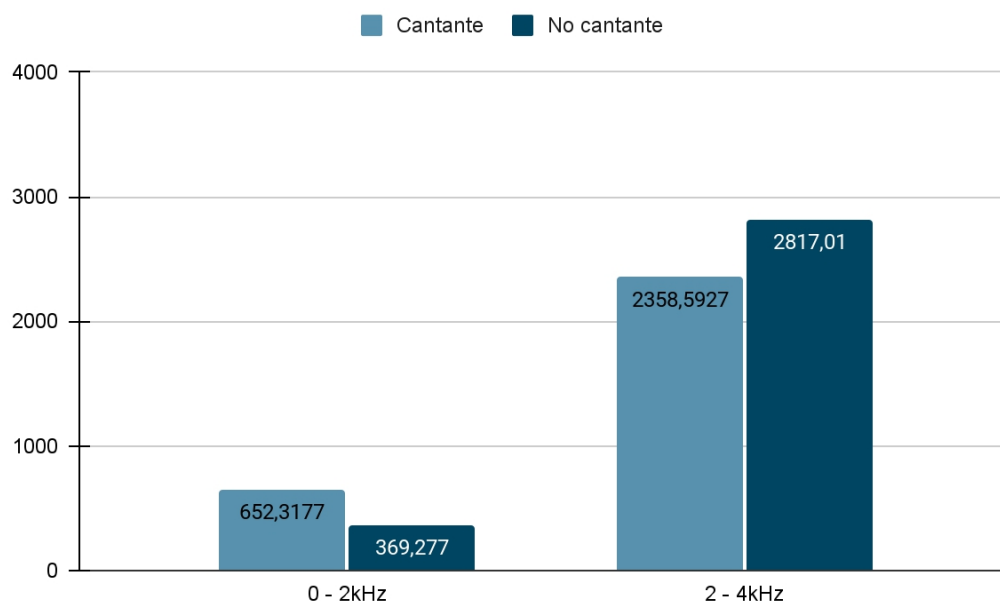


Figura 5. Valores medios de frecuencias (Hz) en las franjas de 0-2000Hz y de 2000-4000Hz de las muestras de lectura de texto

El valor de significación extraído del análisis estadístico nos muestra que en ambas regiones de frecuencia (0-2kHz y 2-4kHz) el valor está por debajo del 0,05 ($p=,000$), por lo que se deduce que la razón de estas diferencias (283,04 Hz en la primera franja y 458,41 Hz en la segunda franja) se debe prácticamente en su totalidad a su condición de cantantes o no cantantes.

4.1.3. Muestra de habla: Discurso espontáneo

Los resultados del test estadístico ANOVA muestran, de nuevo, diferencias significativas en ambas regiones de frecuencias para los dos grupos analizados (véase Figura 6).

Como ha sucedido en los resultados de las anteriores muestras de habla, los no cantantes muestran valores medios de frecuencia más elevados que los cantantes en la franja de 2000-4000Hz, con una diferencia de 437,19 Hz y un valor de significación de $p=,000$. No obstante, contrario a lo que se observa en la vocal sostenida y en la lectura de texto, la cifra media de frecuencia de los cantantes es menor que la del otro grupo en la región de 0-2000Hz, con una diferencia de 129,09 Hz y un valor de significación de $p=,013$.

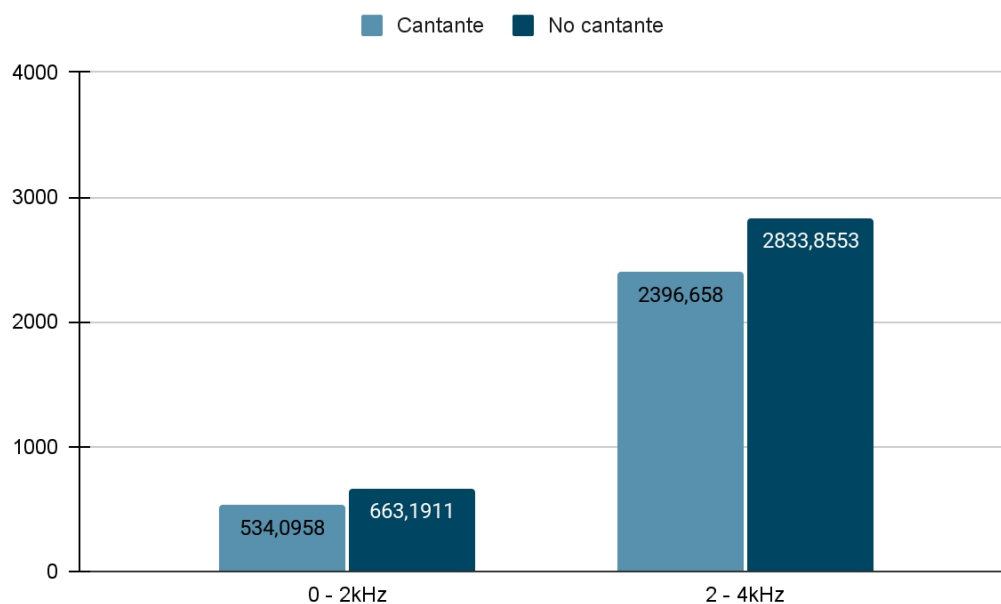


Figura 6. Valores medios de frecuencias (Hz) en las franjas de 0-2000Hz y de 2000-4000Hz de las muestras del discurso libre (habla espontánea)

4.1.4. Muestra de canto: estilo pop

Centrándonos ahora en los datos analizados de las muestras de canto, se observan resultados ligeramente diferentes a los anteriores. Como se presenta en la Figura 7, que recoge los valores extraídos para el fragmento de canción pop, la única diferencia significativa entra cantantes y no cantantes que se ha detectado a partir del test estadístico ha sido en la región de 0-2 kHz ($p=,008$). La divergencia de las medias se sitúa en 163,3 Hz, cuyo valor es menor que los datos que se han encontrado en las muestras de habla (vocal prolongada, texto y discurso).

El número de casos analizados en la canción pop es un total de 46 casos por cada grupo (cantantes y no cantantes).

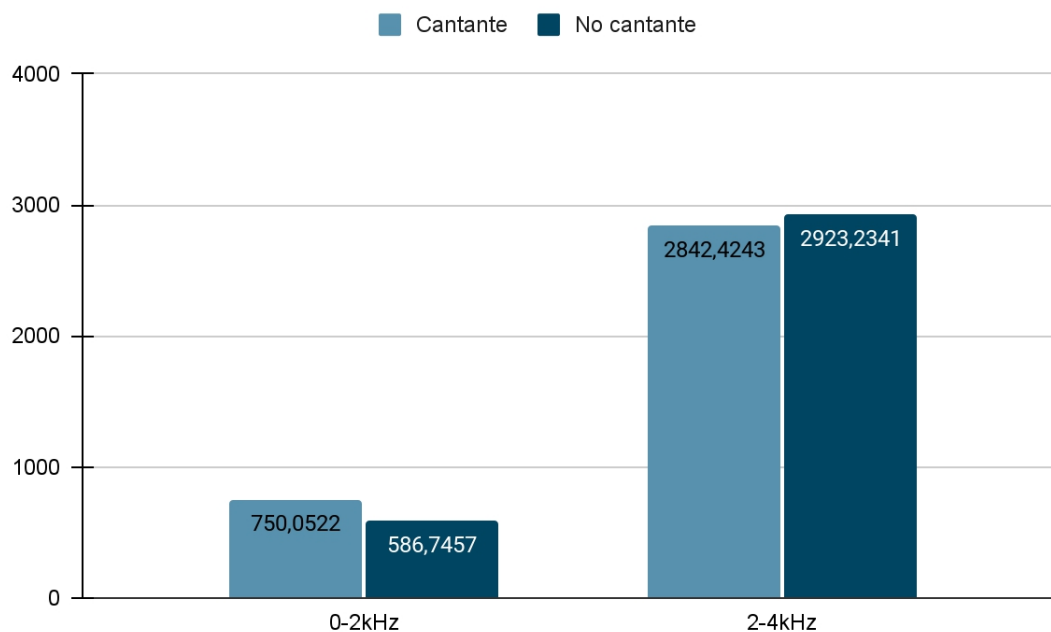


Figura 7. Valores medios de frecuencias (Hz) en las franjas de 0-2000Hz y de 2000-4000Hz de las muestras de canción pop.

4.1.5. Muestras de canto: estilo clásico

Finalmente, en el fragmento de canción de música clásica, solo se ha detectado una diferencia significativa en una de las franjas de frecuencia analizadas; en este caso, en la región de 2000-4000Hz (véase Figura 8), en contraste con los resultados de las muestras de canción pop. Se han tenido en cuenta 10 casos en el grupo de los cantantes y 12 en los no cantantes, resultando en un valor de significación de $p=,000$ y una diferencia en la cifra de medias de frecuencias de 451,66Hz. El número de casos ha sido menor en los cantantes porque ha habido dos vocales que tenían dos puntos de frecuencia con la misma intensidad.

Como se ha podido comprobar en todos los gráficos anteriores, el valor de las medias de frecuencias en la región de los 2000-4000Hz es siempre más elevado en los no cantantes que en los cantantes, estos últimos presentando cifras más cercanas a los 2500Hz en todos los análisis mencionados anteriormente.

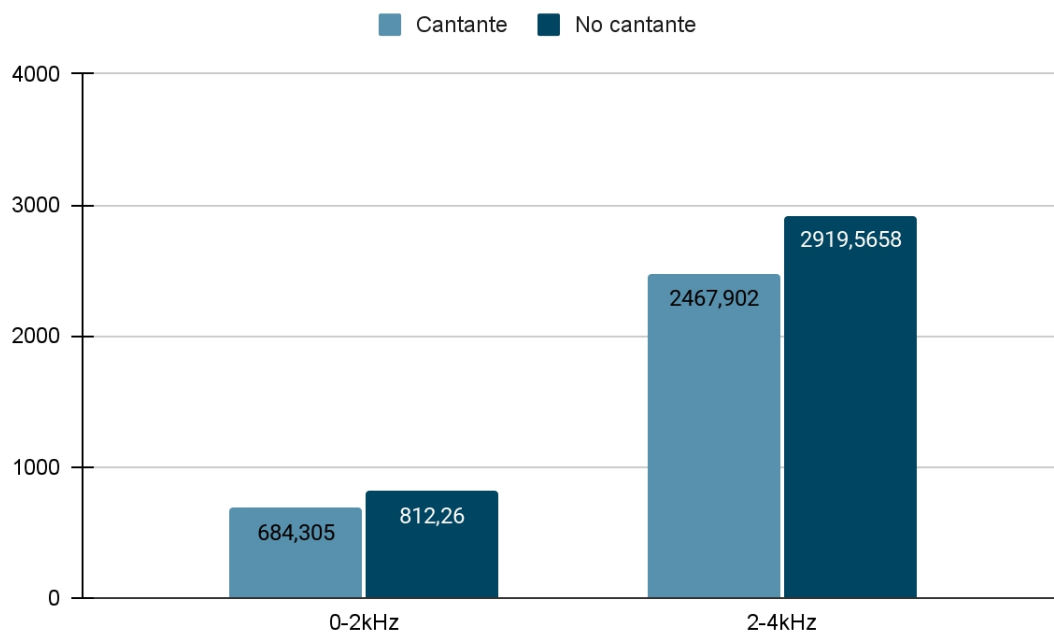


Figura 8. Valores medios de frecuencia (Hz) en la franja de 0-2000Hz y de 2000-4000Hz de las muestras de canción de música clásica

4.2.Resultado del SPR

A continuación, se ha calculado el SPR de la media de frecuencias resultante de cada tipo de habla considerando cantantes y no cantantes (véase Figura 9). Como se aprecia en el gráfico, todos los valores de frecuencia de SPR, tanto de muestras de habla como de canto, son mayores en el grupo de no cantantes que en el grupo de cantantes. Este es un resultado que podía esperarse dadas las medias resultantes de las regiones de frecuencia de 2000-4000Hz (de donde se extrajeron las cifras individuales del SPP) que se han ido analizando anteriormente en esta investigación.

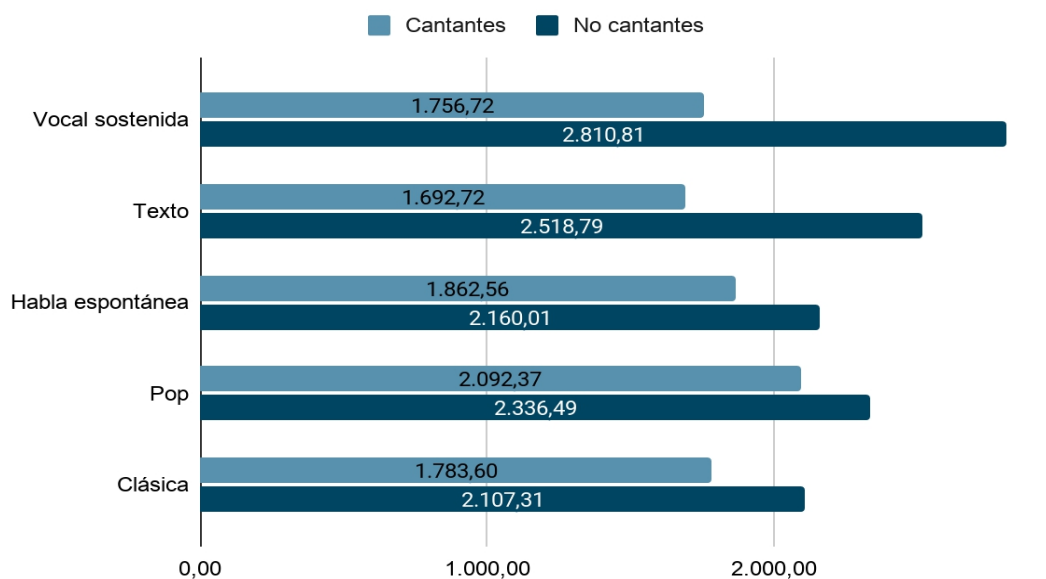


Figura 9. Valores de frecuencia de SPR de cantantes y no cantantes

Es importante tener en cuenta que las medias de SPR de la lectura de texto, el discurso de habla espontánea y el fragmento de canción pop presentan un valor de significación de $p=,000$, $p=,012$ y $p=,042$, respectivamente. Esto indica que, al menos en lo que respecta a estas tres variables, hay un 95% de probabilidad de que estas cifras de frecuencia dependan de la condición de cantante de los individuos. No obstante, el valor de significación de las cifras de SPR del fragmento de canción de música clásica difiere de los anteriores, resultando en un valor de $p=,13$, lo que indica que no hay diferencia entre los cantantes profesionales y los no profesionales.

5. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

El formante del cantante es un fenómeno del que todavía quedan muchos aspectos para investigar, incluso, ni siquiera existe hasta el momento una localización exacta. Sin embargo, se relaciona directamente con una voz y una técnica vocal entrenadas. Por ese motivo, la investigación del presente proyecto pretendía analizar los datos de varias muestras de voz hablada y cantada y revisar algunas de las teorías que se exponen en estudios anteriores. No obstante, los resultados no coinciden completamente con los resultados obtenidos por otros investigadores.

En cuanto a la diferenciación entre voz hablada y voz cantada, los resultados del test estadístico muestran que se han encontrado diferencias significativas en ambas regiones de

frecuencia analizadas en las muestras de voz hablada, mientras que en las muestras de voz cantada solo se han encontrado valores de significación menores a 0,05 en una sola región de frecuencia (aunque diferente en cada tipo de muestra). Los resultados esperados hubiesen sido que se encontraran más diferencias entre cantantes y no cantantes en las muestras de voz cantada, ya que la condición base que diferencia a ambos grupos es el propio entrenamiento vocal de los cantantes; sin embargo, los datos muestran o que no existen diferencias o que si las hay, los no cantantes un pico en una zona de frecuencia más alta. A pesar de ello, se han encontrado diferencias entre ambos tipos de muestras (canto y habla), de la misma manera que lo hacen Omori *et al.* (1996) y Ohishi *et al.* (2005).

Por otro lado, de nuevo nos encontramos con unos resultados inesperados en cuanto a las cifras de frecuencia media de la región de 2000-4000Hz. Según los estudios de Lundy *et al.* (2001) y Omori *et al.* (1996), el pico más alto de esta franja de frecuencia (SPP) se relaciona con una buena calidad y potencia de voz. Cuanto mayor es la frecuencia de este pico, mayor es la calidad vocal. Teniendo en cuenta este dato, se esperaría que las cifras de frecuencia media de este pico fueran más elevadas en los cantantes que han participado en este estudio que en los no cantantes, pero los datos han resultado de manera contraria. Independientemente del tipo de muestra, todos los datos de frecuencias medias que corresponden a la región de 2000-4000Hz son mayores en el grupo de no cantantes que en los cantantes. No obstante, si observamos las cifras de SPP individuales de cada participante, esta teoría podría confirmarse en tres de los cuatro participantes en la investigación. Los dos participantes profesionales muestran cifras elevadas de SPP y muy similares (2468Hz y 2599Hz), mientras que uno del grupo de no cantantes refleja cifras más bajas (2587Hz) y el otro, valores superiores a los del grupo de cantantes (3148Hz). El hecho de que este hablante tenga ese valor más alto puede ser debido a una habilidad adquirida de manera casual o simplemente al rango vocal característico de la persona aun no habiendo recibido entrenamiento vocal.

Finalmente, centrándonos en los datos de SPR obtenidos, nos encontramos con una situación similar a lo mencionado anteriormente. Las cifras de frecuencia media de SPR de los no cantantes son más elevadas que las cifras de los cantantes. Esto es el resultado de unas cifras de SPP mayores, por lo que la diferencia entre los picos de ambas regiones de frecuencia aumenta. Estos resultados no coincidirían con los propuestos por Omori *et al.* (1996), pero tendrían cierta similitud con los extraídos por Watts *et al.* (2006), cuyas cifras de SPR de los sujetos de la investigación resultaron más bajas en el grupo ‘*talented singers*’ que

en el de '*untalented singers*'. No obstante, debemos tener en cuenta que el valor de significación que presentan los datos de SPR de la muestra de la canción de música clásica es de $p=0,133$. Esto significa que la diferencia en los datos resultantes entre el grupo de profesionales y el de no cantantes probablemente no se deba a la condición de cantante de los primeros. Una explicación para esta situación puede ser el hecho de que ninguno de los dos cantantes que participaron en el estudio se dedica o ha practicado profesionalmente la técnica vocal enfocada al ámbito de la ópera y/o música clásica.

De cualquier manera, hay que tener en cuenta que la cantidad de sujetos que han participado en este proyecto y, por tanto, que constituyen el peso de la investigación, son limitados, por lo que es importante tener cuidado con las generalizaciones a las que se puedan llegar. Por este motivo, el hecho de que solo se incluyen dos participantes en cada grupo puede haber alterado los resultados de las cifras de frecuencia media en al menos el grupo de no cantantes.

6. CONCLUSIONES

En vista de todos los resultados obtenidos, no podemos llegar a una conclusión definitiva sobre la aparición del 'formante del cantante', al menos en esta investigación en particular. Si bien es cierto que los datos analizados han resultado diferentes entre la voz hablada y la voz cantada, los datos resultantes tanto de SPP como de SPR no nos facilitan la posibilidad de concluir que el Fc se encuentre solamente en voces de cantantes profesionales, por lo que la primera hipótesis queda refutada. Para información más detallada y conclusiones más precisas en cuanto a una técnica vocal necesaria (o no) para deducir la presencia del Fc sería necesario un estudio que tratara con un número de sujetos mucho mayor del que nos ha sido posible conseguir para esta investigación, además de llevar a cabo una normalización de los datos para que los valores no dependan del registro de voz de cada hablante.

Asimismo, los resultados de los datos analizados de ambas regiones de frecuencia y de SPR no nos permiten confirmar la segunda hipótesis, pues no se han encontrado diferencias especialmente significativas entre las muestras de canción pop y las de clásica. Los resultados obtenidos del valor de significación de la cifra de SPR en la muestra de música clásica, sin embargo, podrían ser el foco de un estudio posterior, pues los resultados han sido inesperados para lo que conllevaba esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aso, S., Saitou, T., Goto, M., Itoyama, K., Takahashi, T., Komatani, K., Ogata, T. y Okuno, H. (2010). *SpeakBySinging: Converting Singing Voices to Speaking Voices While Retaining Voice Timbre*. Proceedings of the 13th International Conference on Digital Audio Effects (DAFx-10). 114-12
- Avilés Jurado, F., Domènech Vadillo, E., y Figuerola I Massana, E. (2015). Patología de la voz hablada y de la voz cantada. En *Libro Virtual de Formación en ORL* (Capítulo 117). Sociedad Española de Otorrinolaringología y Patología Cérvico-Facial (SEORL-PCF).
- Botero Tobón, L. M. (2008). Caracterización de los indicadores acústicos de la voz de los estudiantes del programa licenciatura en música de la universidad de Caldas. *El Artista*, (5), 46-64.
- Doskov, D., Ivanov, T., y Boyanov, B. (1995). Comparative analysis of singer's high formant in different type of singing voices. *Folia phoniatica et logopaedica : official organ of the International Association of Logopedics and Phoniatrics (IALP)*, 47(5), 291–295. <https://doi.org/10.1159/000266363>
- Droguett, Yoel G. (2017). Aplicaciones clínicas del análisis acústico de la voz. *Revista de otorrinolaringología y cirugía de cabeza y cuello*, 77(4), 474-483. <https://dx.doi.org/10.4067/s0718-48162017000400474>
- D'haeseleer, E., Quintyn, F., Kissel, I., Papeleu, T., Meerschman, I., Claeys, S., & Van Lierde, K. (2020). Vocal Quality, Symptoms, and Habits in Musical Theater Actors. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, S0892-1997(20)30192-2. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.05.019>
- Gracida Olvera, G. y Orduña Bustamante, F. (2011). Evocanto: Programa de cómputo para analizar la voz cantada mediante técnicas de procesamiento digital de señales. *Computación y Sistemas*, 15(1), 39-50. Recuperado en 09 de junio de 2021, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-55462011000300005&lng=es&tlng=es.

- Grisel Arone, C., Bongiovanni, M. V., de la Torre, A. y Sánchez Sarmiento, G. (2008). *Un análisis alternativo de la proyección de la voz cantada*. VI Congreso Iberoamericano de Acústica - FIA 2008, Buenos Aires.
- Lundy, D. S., Roy, S., R. Casiano, R., Xue, J. W. y Evans, J. (2000). Acoustic analysis of the singing and speaking voice in singing students. *Journal of Voice*, 14(4), 490-493. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(00\)80006-5](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(00)80006-5).
- Ohishi, Y., Goto, M., Itou, K. y Takeda, K. (2005). Discrimination between singing and speaking voices. En *Proc. Eurospeech*, 1141-1144.
- Omori, K., Kacker, A., Carroll, L. M., Riley, W. D. y Blaugrund, S. M. (1996). Singing power ratio: Quantitative evaluation of singing voice quality. *Journal of Voice*, 10(3), 228-235. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(96\)80003-8](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(96)80003-8).
- Pieper, L. H., Körner, M., Wiedemann, M., Ludwig, A., Werner, F., Meuret, S., & Fuchs, M. (2020). Analyzing Longitudinal Data on Singing Voice Parameters of Boys and Girls Aged 8 to 12.5 and Possible Effects of a Music Pedagogical Intervention. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, S0892-1997(20)30262-9. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2020.07.012>
- Sundberg, J. (1970). Formant Structure and Articulation of Spoken and Sung Vowels. *Folia Phoniatica*, 22(1), 28-48.
- Sundberg, J. (1987) *The Science of the Singing Voice*. Northern Illinois University Press.
- Sundberg, J. (2001). Level and center frequency of the singer's formant. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, 15(2), 176–186. [https://doi.org/10.1016/S0892-1997\(01\)00019-4](https://doi.org/10.1016/S0892-1997(01)00019-4)
- Sundberg, J., y Romedahl, C. (2009). Text intelligibility and the singer's formant--a relationship?. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, 23(5), 539–545. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2008.01.010>

- Vennard, W. (1964). An Experiment to Evaluate the Importance of Nasal Resonance in Singing. *Folia Phoniatr Logop*, 16, 146-153. doi:10.1159/000262995
- Watts, C., Barnes-Burroughs, K., Estis, J., y Blanton, D. (2006). The singing power ratio as an objective measure of singing voice quality in untrained talented and nontalented singers. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, 20(1), 82–88. <https://doi.org/10.1016/j.jvoice.2004.12.003>
- Weiss, R., Brown, W. S., Jr., y Morris, J. (2001). Singer's formant in sopranos: fact or fiction?. *Journal of voice : official journal of the Voice Foundation*, 15(4), 457–468. [https://doi.org/10.1016/s0892-1997\(01\)00046-7](https://doi.org/10.1016/s0892-1997(01)00046-7)

ANEXOS

1. Número de casos analizados por cada muestra

	Vocal	Texto	HE	Pop	Clásica
Cantante	2	30	60	46	10
No cantante	2	34	58	46	12

2. Texto utilizado para la muestra de lectura de texto

«No le preguntó nada. Pero no tuvo duda de que Ernesto se dio cuenta de que ella lo supo tan pronto como le echó la vista encima. Acostó al chico, que la niña ya dormía, y se sentaron a cenar» (Aub, 2008: 45).

Texto extraído de:

AUB, MAX. *Escritos sobre el exilio*. Edición de Manuel Aznar Soler. España: Editorial Renacimiento, 2008

3. Transcripción del discurso espontáneo de cada hablante**Discurso cantante 1:**

«Pues nada, ayer estuve todo el día acabando de mezclar una canción nueva que sacaré el mes que viene, seguramente, y estuve hasta tarde exportando las pistas para enviarlo a *masterizar* y esta mañana he recibido el máster. La verdad que estoy súper contento, suena muy muy guay, pero bueno han subido un poco de más algunas pistas, han movido algunos volúmenes... Entonces ahora tengo que darles feedback y decirles que bajen un poco el bajo, que está demasiado fuerte y tapa el resto de instrumentos y también que suban un poco todo lo que es la música en general, y que bajen el bajo principalmente porque eso ha hecho que todos los instrumentaos que hay detrás pues no se escuchen tanto. Y nada, seguramente esta tarde me lo enviarán y habiendo hecho eso, la canción estará genial».

Discurso cantante 2:

«Esta tarde tuve ensayo de la obra “Librería de fantasía”, que estamos haciendo mi compañía aquí en Tenerife, y como ya hemos hecho la obra tres veces antes, la semana pasada y la anterior a la pasada, pues hemos visto que en una escena hay unas cosas que se quedan un poco vacías y lo que hemos hecho es que para llenarlas hemos cambiado un poco el baile, con un coreógrafo que vino hoy al ensayo. Y pues nada, empezamos el ensayo y la escena que quedaba vacía la llenamos con unos movimientos más grandes, con mayor énfasis en los movimientos también, y pues nos ha quedado bastante mejor. Y yo pienso que gracias a lo que hicimos hoy pues vamos a hacer que la obra suba un nivel de donde ya estaba, para cuando vayamos a la Gomera, que vamos la próxima semana, y que todo quede perfecto».

Discurso no cantante 1:

«Pues hace dos años... No, hace tres años, mi amigo se fue a Estados Unidos y yo creía que iba a ser un viaje pues para él bastante lucrativo y todo. Lo que no me esperaba es que ese viaje también lo fuera para mí, ya que para mí después de diez años juntos me di cuenta que para mí era una experiencia nueva, que era algo que nunca había vivido, no tener a mi amigo al lado y... y en muchas otras cosas, el poder quedar con él, hablar con él en persona... Hay una gran diferencia, de hablar en persona a hablar en Skype, Discord o Whatsapp».

Discurso no cantante 2:

«Pues voy a explicar un poquito lo que me pasó en mi único viaje a Andorra. Fui super emocionado porque bueno em... me iba a pitar a Andorra, cosa que todavía no había hecho, o sea no había salido nunca de Cataluña para ir a pitar, y para mí pues ir a Andorra era un logro ya bastante grande por la categoría en la que pitaba. Y pues fui a Andorra super super mega contento y bueno pues al final, lo que parecía ser un bonito fin de semana en Andorra acabó siendo un fin de semana que tuvimos que llegar hasta las fronteras con la policía em... porque bueno, fue un fin de semana complicado, pitando por Andorra».

4. Fragmentos utilizados para recoger las muestras de canto

Pop

Canto de un fragmento de canción pop (Blas Cantó - No volveré [1.28 - 1.58])

No esconderé mis cicatrices
Por si olvidar es recordar
Y si tu sombra me persigue
Cerraré una puerta más

Me dejó las horas y el espacio
Y como arena entre mis manos
Se alejó dejándome en los labios dulce miel
Sabor amargo
Y hoy que no quiero más
Te acuerdas de llamar

Clásica

Canto de un fragmento de música clásica (Andrea Bocelli - Por ti volaré (versión en español)
[1.08 - 1.30])

Por ti, volaré
Espera, que llegaré
Mi fin de trayecto eres tú
Para vivirlo los dos